

東北大学遺伝生態研究センター通信 No. 4

著者	東北大学遺伝生態研究センター
発行年	1989-03
URL	http://hdl.handle.net/10097/49039



東北大学

遺伝生態研究センター通信

1989. 3 No. 4

「半自然」の実験のすすめ

国立遺伝学研究所 森 島 啓 子

野外では環境のありようも生物のありようも実に多様である。遺伝学のモデルの前提条件がそのままあてはまることはほとんどないと言っていいだろう。他殖性植物でも近くの個体どうしの方がよりひんぱんに遺伝子のやりとりをするので、任意交配からはずいぶんずれていると考えられる。自殖性と言われている植物でも時には他殖をし、その程度には遺伝的変異があり、環境によっても変る。生育のしかたも、作物のように同じ密度で同時に発芽して育つわけではない。違う時期に発芽した個体が、時には違う世代の個体が、また時には有性繁殖による個体と無性繁殖による個体が共存する。それらの大多数は生理的寿命を全うする前にさまざまな原因で死亡する。ある場所では同種の個体ばかりが群落をつくっても、他の場所ではその同じ種が沢山の違う種と混生していることもある。当然、自然選択の働き方は環境によって大きく変わるはずである。生物の側だけ考えてもこれほど多様性に満ちている自然集団を対象にして、そのダイナミクスを支配する一般則を見つけ出すことは決して易しくはない。

こういうことをめざす生態遺伝学者がよくとる方法の一つは野外集団の調査結果とその生育

地の環境条件との対応関係をみつけ出そうとするものであり、もう一つは制御環境下での植物の反応の観察結果から自然集団の行動を類推しようとするものである。しかし、第一の場合は要因が余りに複雑すぎるし、第二の場合は生物として最も重要な繁殖行動を通しての集団の反応を調べるのが難しい。そこで次に、“半自然”的とも言える環境や供試材料を使った実験の有用性を述べてみたい。

自然環境の中で実験植物をテストする試みは古くからあった。CLAUSEN (1953, 他) と彼の共同研究者らはいろいろな植物を使って、シェラネバダの高度の異なる場所の系統を相互に移植して生態型成立の機構を考察した。彼らの研究は Experimental Taxonomy と呼ばれたが、生態遺伝学の先駆的な業績である。この一連の実験は自然の物理化学的条件だけを利用しようとしたものだが、生物的環境も利用しようという試みもある。この場合には、少なくとも実験をスタートさせるために自然植生の一部を除去するので、半自然条件と言うべきだろう。ANTONOVICS & ELLSTRAND (1985) はハルガヤ *Anthoxanthum odoratum* を使って実生苗と栄養系から育てた苗を母植物からいろい

ろな距離に離して植え、その後の生育を観察して前者の方が母植物から遠く離れた所でも成功する率が高いことから有性繁殖の意義を論じた。Oka (1976) は野生稲 *Oryza rufipogon* の幼植物をフィリッピン其自然植生の中に植え込んでその後の生死を観察し、多年生型と一年生型とでは生存曲線の型が違うことを見出した。野生稲は日本には自生せず野外に植えると冬の寒さで死ぬ。しかし沖縄の環境では越冬することがわかったので、私共は八重山群島の一つ小浜島の放棄田を借りて野生稲のいくつかの系統や雑種集団を植えてみた(森島ほか, 1986)。種子繁殖を主とする一年生型系統は定着せず、一年生野生稲は熱帯大陸部のように厳しい乾期を持つ地域の浅水環境への適応型であろうという私共の従来の考えを確かめることができた。一方、インド原産の多年生系統は4年間に2㎡から15㎡位にふえ完全に定着したようで、帰化植物の一つ作ってしまったのではないかという心配がないでもない。

環境をある程度任意に設定できる実験条件下で、実験集団を自然に繁殖するにまかせその遺伝的構成の推移を追跡することも私共は試みた。

これは半自然集団とでも言えようか。野生稲の研究を始めて間もない頃、台湾の実験圃場を借りて野生稲や野生稲と栽培稲の雑種集団を7年間集団栽培した。栽培といっても、各集団の半分は収穫と播種をくり返して普通に集団栽培したが、半分は放置して自然脱粒と自然発芽にまかせた。この実験は、自然繁殖に比べて人間の栽培行為がいかに栽培型を有利にする無意識的選択の圧力として働くかをはっきりと示した(OKA and MORISHIMA 1971)。三島の温室内水田で野生稲集団の自然繁殖実験を行なったこともある。全くの放任区と刈取や耕起で攪乱を与えた区を設けたところ、放任区では栄養繁殖が、攪乱区では種子繁殖が有利になることがわかった(未発表)。

ここで紹介したような研究は、自然界の複雑な環境要因と集団構成にまともなぶつかり合う立場と、単純化された制御環境下での実験や理論的モデルの研究の立場との中間とでもいえようか。半自然条件・半自然集団の活用についてはもっといろいろなやり方が工夫できるだろうし、自然集団の生態遺伝学的研究に大いにとり入れたらよいと思う。

青酸多型性に踏迷う

宮城教育大学 斎藤 紀

筆者の研究は、リター層や土壌中の菌類の生態を調べる仕事である。とくに、落葉分解の様式と微生物遷移との対応や微生物と土壌動物との機能分担の問題に力を入れて行ってきた積りである。暫らく前に落葉分解性担子菌の青酸生成(cyanogenesis)の性質を調べた際、その関係領域では最も纏まった業績のある植物の青酸多型性(cyanogenic polymorphism)の論文

に接するうちに、以下に述べるような脱線が始まった。もう間もない定年退職を前にして、道草を食うことは愚かなことであるが、気楽な研究環境に身を置くことをいい事にして、ここ暫らくは別の世界の新奇を味わっている。

最初に、1930年代に始まったシロツメクサの青酸多型性の研究を振り返って見よう。

この緑葉中にはロトストラリン、リナマリ

等の青酸配糖体 (G) と、リナマラーゼなる β -グルコシダーゼ (E) が含まれるが、これら是一对の対立遺伝子 (Ac-ac, Li-li) によって支配されていることにより、4種類の化学的遺伝子型が存在する。すなわち、GとEの両方を有する型 (AcLi, 青酸産生型)、GとEのいずれか一方を有する型 (AcLi, acLi, 非産生型)、どちらをも有しない型 (acLi, 非産生型) が種々の比率で自然集団を構成しているわけである。1950年代に入ると、これらの遺伝子型の頻度勾配が、欧州においては冬期1月の気温と極めて高い相関関係にあることが報ぜられた。温暖な地中海沿岸〇に多い産生型には動物の食害への化学的防御、また寒冷な北・東欧に優占する非産生型には霜害に強い性質が主に関与し、長年での自然淘汰が働くものと説明された。これら一連の研究結果は、関係の専門書にもよく紹介されるほど明快で印象深いものである。

しかし、同じく精力的に調べられたミヤコグサの遺伝子頻度では、気温との間に相関的な勾配は認められなかった。この不一致の理由については余り触れられず、シロツメクサの例だけ帰納化される傾向は若干気にかかるところである。また、これらの研究には日本の6箇所 (宮崎、鴻巣、月寒など) の材料が提供されているが、当の日本での研究が全くない事も寂しい限りである。

筆者は、シロツメクサを使うことにも心が動いたが、より野生的な植物に魅力を感じスクリー

ニングを行った。幸か不幸か、スイカズラ科のニワトコに青酸多型性のあることを見つけ、木本というハンディキャップはあるが、身近さも手伝って使用することにした。セイヨウニワトコからはプルナシンの立体異性体のサムブニグリンが報告されていることから、同等の物質と思われる。成熟した緑葉にのみ検出されるが、産生型か非産生型かの区別は形態上からは全くつかない。また、病害や虫害の状況も、両型に相違があるようには見えない。

植生的にはニワトコはマント群落の構成員であり、林縁や郊外の路傍、河川荒地などによく生育する。調査はまだ宮城県内に過ぎないが、自然集団の産生型と非産生型の割合は地域によって区々である。傾向としては、沿岸・平野部で非産生型が多く、丘陵部から山地にかけては産生型の比率が増大する様子が見られる。これをひとまず勾配と仮定すると、シロツメクサの分布とは逆の関係となり、介在する機構の相違について思いを巡らせたりもする。

「生兵法は大怪我のもと」のたとえ通り、青酸の影響を受けているのはニワトコよりも人間であって、いっそ清算の方がなどと考えたりもする。

しかし、先見的で暗示的な新構想の遺伝生態研究センターの誕生は、これを救ってくれる。だいぶ見当違いな仕事の紹介に終ったが、読者の皆様方の御批判・御助言をお願いして筆をおく次第である。

遺伝子組換え微生物の野外実験と微生物生態

遺伝生態研究センター 服部 勉

1988年11月23日、本研究センターの菊本敏雄氏と筆者との共同提案で、「遺伝子組換え微生物

物の野外実験」についての研究会をもち、微生物生態学関係者を中心とした意見交換を行なっ

た。その内容の詳細は、東北学院大工学部遠藤銀郎氏が、「日本微生物生態学会報」第3巻2号に紹介されている。本稿では、この日の討論を通じて、筆者が当面必要だと考えた諸点について述べたい。

新しい微生物を野外にもちこむ、それも人工的に遺伝子を組換えた微生物をもちこむという計画に、誰もが一瞬ある種の緊張を体験することと思う。特に微生物生態研究者は、「何が起るか分からないぞ」という危惧をも体験するに違いない。しかし当日の討論では、すでに野外実験を開始している合衆国などの議論や経験が紹介され、参加者の多くは、その危惧をかなり軟らげられたように思う。でも、それはさし当たって行われるであろう野外実験についてであって、将来どんな野外実験が計画されるか分からないという不安、危惧は、依然として存在している。

この種の野外実験は、わが国でもその実施が急がれていると聞く。自然環境下に住む微生物の生態的研究が、全く初歩的な段階にとどまっている現状をそのままにして、こうした野外実験を推進するという事態は、きわめて不安であると筆者は考える。さし当たっての実験の安全性もさることながら、野外の場でこのような実験を行おうとする以上、野外微生物についてのより確かであり深い理解をうるための研究計画をも、同時に推進することが大切ではなからうか。

確かに微生物生態の研究は非常に遅れており、最近半世紀の進歩にも余り画期的なものは認めにくい。だからといって、この分野にそれ相応の研究費を投資することの意義がないと結論するのは、早計であろう。微生物生態研究の進歩の遅さは、何よりもこの分野が大学等の教育研究でまともにとり上げられていないこと、又この分野への研究投資の余りにも貧弱な点によるといえる。このような状況が改善され、微生物

生態の研究が重視されれば、この分野の研究は急速に発展する可能性をもっている。

組換え微生物の野外実験を前にして、微生物生態学として、緊急にとりあげるべき課題があるように考える。私は、少なくとも次の2課題を提起したい。すなわち、第1に平板法で測定する主要な多数派細菌群の変動性、第2に破傷風菌やボツリヌス菌のように土壌1グラムに数個の細胞が存在するかもしれない少数派細菌の、土壌中での生存条件についてである。両者には、両極端ともいえる生活様式の違いがあると考えられる。微生物生態学は今、こうした両極面について、研究する方法を確立し、その実態をより深く理解できるようになることが強く求められているといえる。

ところで第1の課題は、私どもが最近展開しようとしている細菌群の平板クロマト法によって、その検討を大きく前進させることが期待できる。この方法は、平板上で各細菌グループがそれぞれ異なった培養時間の後、コロニーを形成するという現象を利用したものである。コロニー出現の確認を自動化することによって、この分野の研究は迅速に達成されることになる。

第2の課題は、より困難なものであるが、こうした少数派細菌の存在場所（微視的空間）の特徴を見出すことが、まず重要な手がかりとなる。とくに土壌の場合、土壌団粒の構造および団粒内に形成されるマイクロコスモとの関連で、この問題を検討することがのぞまれる。

いずれにせよ、今日ほど、微生物生態の本格的な研究が強く望まれることは、かつてなかったといえる。

1988年度ワークショップ開催

当研究センターでは、全国共同利用の機能を持っているが、その一貫として情報交換に主力をおいた本年度計画されたワークショップは1988年12月から1989年1月にかけて開催された。ここに企画を担当された方々にワークショップ要約を寄せていただいた。

これらのワークショップの成果は本研究センターの刊行物、IGE シリーズとして出版し、各地の研究者の方々に、ご利用いただくことになっている。なお、これらの件に関しては当研究センター共同利用掛にお問い合わせ下さい。

微生物と光

(共同研究課題番号1)

菌類や藻類などを含む、いわゆる下等植物においては、その形態形成や行動が青色光によって大きく制御されているが、その青色光受容体の本質、光刺激の伝達機構、および反応発現の機構などに関してはまだほとんど解明されていない。本ワークショップでは、当センターの研究課題の一つである「遺伝子情報発現に必要な生態因子の研究」に沿って、これら「微生物」の青色光刺激反応の機構を解析することを試みた。

今回は異なる生態系の中で、異なる様式の光反応を行なっている種々の生物の光反応をまず把握し、共通する問題点や将来の研究方向を探るため、細菌、真性粘菌、細胞性粘菌、接合菌類、子囊および不完全菌類、担子菌類などの、いわゆる微生物に加え、藻類、そして比較の意味で高等植物における光反応も話題として提供された。

光反応は光刺激受容から伝達、そして巨視的な反応発現に至るまでの長い連鎖反応である。この長い反応系の各素過程との関連において今回の話題を分析してみると、作用曲線などを駆使した光受容体に関する研究、カルシウムやCAMPなどの動向からの刺激伝達に関する研究、そして物質生産の面からの反応発現に関する研

究と多様であった。また解析のために用いられた方法も、分子遺伝学を含む遺伝学、電気生理学、形態学、分光光学、実験形態学と多岐にわたり、各研究者にとって種々の異なる生物や分野の研究現状や解析方法を知ることができて有意義であった。

共通した問題の一つとして指摘されたものに、突然変異株の開発があった。紅色光合成細菌や接合菌類のヒゲカビ、そして担子菌類のウグソヒトヨタケなどでは種々の変異株も得られ、それらを用いた解析も進んでいる。例えば、同じ光屈性異常変異株でも、また同じ子実体成熟異常変異株でも、多くの変異株を単離して解析してみると、それぞれ異なった過程において変異が生じていることが明らかとなり、これらの現象の発現機構のそれぞれの素過程が明確になってくることが指摘された。高等植物研究者からのコメントにもある様に、これら「微生物」の比較的単純な体制、単細胞世代が存在し、突然変異株を単離するのに有利な形質、そして速い成長と大量培養の可能性などを十分に活用して、青色光による光反応の解析を進めていく必要があることが共通した結論であった。

(大瀧 保)

系統発生と重力反応

(共同研究課題番号2)

このワークショップは、当センターの共同利用研究課題のうち、「植物の環境適応の遺伝生態研究」と「地球外環境における植物の適応性の研究」の二つに関連するものとして開催されたが、進化程度の異なる生物（動物は除外）における重力反応の研究についての現状を把握し今後の問題点を討論することに主眼をおいて、次の話題提供がなされた。

ワークショップのねらい

菅 洋（東北大学遺伝生態研究センター）

重力研究の史的展開

藤伊 正（筑波大学生物学系）

粘菌の重力反応

河崎 行繁（三菱化成生命科学研究所）

ヒゲカビの重力反応

大滝 保（東北大学遺伝生態研究センター）

藻類、コケ、シダの重力反応

片岡 博尚（東北大学遺伝生態研究センター）

高等植物の重力反応 根の重力反応

鈴木 隆（山形大学教育学部）

高等植物の重力反応 電気生理の立場

石川 秀夫（杏林大学保健学部）

高等植物の重力反応 突然変異の利用

高橋 秀幸（東北大学遺伝生態研究センター）

高等植物の重力反応 細胞壁研究の立場

神阪盛一郎・保尊隆享（大阪市立大学理学部）

各話題提供者の発表後に質疑応答が行われた外に、全発表後に総合討論が行われた。

話題提供は、重力刺激の受容、その伝達、及び反応の生起と言う時間軸に沿った反応過程が、進化程度の異なる上記の生物においてどのようなになっているかと言うことを軸にして展開され

たが、研究の進展の程度に生物種により大きな相異があって、まだ簡単に同じレベルで論じられないのが現状のようであった。しかし、重力感受器官としてのいわゆるスタトリスの役割や、刺激伝達や反応生起過程における植物ホルモンやカルシウムの役割、意義などの外、研究方法などについても、進化程度の異なるこれら種々の生物における研究の経験を踏まえての話題提供、発表は今までこのような立場からの問題整理がなされていなかったもので、今後の研究発展のために今回の催しは極めて有意義であったと判断される。

地球上で重力反応を研究するためには、有効な研究方法の開発は勿論のこと、この分野での研究者が多くなることが痛感された。近未来での我が国における、有人宇宙船の打ち上げを控えて、この分野での基礎研究の蓄積が大切でありそのためには、系統発生上異なる位置にある生物に於ける重力反応の研究で得られた成果を整理しておくことが大切であろう。

今回のワークショップの成果については、整理して当センターから印刷物として発行される予定である。これは上記目的のために有効であろうと思われる。さらに各個の研究が進展した段階での、再度のこの種の会合の開催の有効性を確認してこのワークショップを終了した。

（菅 洋）



トランスジェニック植物及びオルガネラの遺伝子発現

(共同研究課題番号 3)

近年、著しく発展してきたバイオテクノロジーによって、これまで自然界に存在しなかった新しい遺伝子組成からなる植物が次々と作出されつつある。これらの植物は実用的利用のみならず、遺伝子発現および安定性、さらには自然界における動向等の遺伝、生態学の観点から興味ある研究材料であると考えられる。

本センターにおいても、上記研究課題の一環としてトランスジェニック植物の細胞融合に於ける遺伝子発現と安定性について研究している。またキャベツの核と大根の葉緑体を合わせ持つ体細胞雑種個体の育成にも成功している。この雑種は、両親が正常にも関わらず、細胞質雄性不稔であった。本センターのこのような状況をふまえて、ワークショップを開催した。

ワークショップにおいては、各分野での最先端の研究を含め、以下の講演が行われた。キャベツと大根の融合個体に見られる細胞質雄性不稔。カナマイシン耐性遺伝子をマーカーとしたトランスジェニック植物を用いた、タバコとナスの属間雑種の育成。Ri プラスミッドの矮性

遺伝子の導入植物の作出とその発現、特に発現部位、器官分化、ホルモンバランスについて。ミトコンドリアの構造と機能に関しては、緑色組織からの単離法および単離ミトコンドリア利用による研究例。さらに、遺伝子操作技術の利用によるミトコンドリア形成課題の解析、特にタンパクのミトコンドリア膜への組み込み。光合成に重要な働をする RuBisCo の大サブユニット遺伝子および ATP 合成酵素の β , ϵ 遺伝子等、葉緑体 DNA の構造と発現。ミトコンドリア DNA のクローニングと環状 DNA の物理地図の作成。

討論においては、以下の事が話題となった。「遺伝子組換え植物の遺伝子発現およびその安定性」の研究では分子－細胞－個体の各レベルで連携を取り追求されることが望まれること。本センターで行われてきた細胞融合の研究は、その役割を果たす可能性を持っていること。遺伝子解析の手法上の問題が、研究を進める上で障害となる場合が、まだ多いこと。

(亀谷壽昭)

遺伝子情報、エントロピー則からみた水田湛水生態系

(共同研究課題番号 4)

標記のワークショップは、12月18～20日の3日間にわたって開催された。この企画の特徴は、大きく専門分野を異にした数人の研究者が、長時間みっちり話しこむことであった。参加者と分担テーマは下記のようなものであった。

木村真人(名古屋大学, 土壌学): 土壌生成、土壌生化学からみた水田土壌の特徴

川端善一郎(愛媛大学, システム生態学): 種の多様性と系の安定性の理論
勝木渥(信州大学, 物性物理): エントロピー概念の生命、水田生態系への適用の試み
服部勉(東北大学, 土壌微生物学): 討論の組織化と問題点の抽出

次に各分担テーマについての報告と討論の内

容について簡単に紹介する。木村氏は、水田土壌の特徴を湛水によって引き起こされる酸化還元反応を中心に論じられた。湛水による還元化の進行は、土壌表面で酸化層と還元層の分化を起すとともに、還元層では硫酸還元、メタン生成に至る一連の酸化還元反応が進行することを強調された。討論では、とくに有機物の関与する酸化還元反応の多様性とそのエネルギー的意義について関心が集中した。

川端氏の報告は、生態学でよく使用される2つの概念、種の多様性と系の安定性の間の関係について、異ったみ方がありうることから始まった。ついで種の多様性の安定化に関するいくつかの指標、とくにシャノン指標についての紹介があった。又系の安定性の定義と種類にふれた後、安定条件に関するループ分析の手法と興味あるその結果が述べられた。最後に以上の諸論を水田生態系に適用する試みがなされた。

勝木氏は、エントロピー概念を宇宙的規模から地球規模に至る諸現象に適用する立場を、まず解明された。ついで生命現象をエントロピーと関連させてどう扱うかを光合成を中心に論じられた後、土壌の諸変化の拡張を試みられた。討論では、水田土壌の特徴である嫌氣的生化学

変化の問題に集中し、そのエントロピー的意味の解明が重要であることが、クローズアップされた。

各氏の報告と討論の後、改めてこの共通テーマをどのように深めるか、各報告の内容を共通テーマに向けてより肉迫したものにするかを、討論した。その際、服部は次の諸点に注意が向けられるよう発言した。すなわち、(1)水田土壌系の特徴を酸化還元電位を低下させる一連の酸化還元反応だとしてすることができる。(2)この一連の反応に対応した微生物フロアの多様性、変化性をシャノン指標やループ分析でどう解析するのか、(3)又一連の化学変化の進行をエントロピーの立場からどうみるのか。そして最後にもっとも重要なことであるが、(4)こうした諸検討を深めるには、どんな種類の諸データが必要かの諸点を指摘した。

今回のワークショップは、長年もっぱら土壌学、土壌微生物学の研究者によって研究されてきた水田生態系を、新しい角度からみ、新しい研究対象に高めることを目指したものである。そのための各参加者の努力は、現在報告書の作成として続いている。

(服部 勉)

編集後記

- 遺伝生態研究センターが発足して1年が過ぎようとしております。本研究センター通信も今回で第4号となりました。
- ところで、研究センター通信は、本センターの活動状況の他に遺伝生態という新しい研究分野をめぐる各地の研究者のアイデア、評論をはじめ、研究上のトピックス、書評、関連、学会ニュースなど多様な内容で充実させたいと願っております。各位の積極的なご投稿を心からお願いいたします。

東北大学遺伝生態

研究センター通信No. 4 平成元年(1989年)3月


編集・発行 東北大学遺伝生態研究センター

〒980 仙台市片平2丁目1-1

電話 022-227-6200 (代表)

共同利用掛 (内) 3130

- 研究センター通信の題字は東北大学学長、石田名香雄先生の自筆です。

-  は東北大学遺伝生態研究センターのシンボルマークです。また、IGEは Institute of Genetic Ecologyの省略です。